

Lecciones aprendidas en la determinación del estado actual de los procesos de gestión de requisitos usando el CMMI como modelo de referencia

José A. Calvo-Manzano¹, Gonzalo Cuevas¹, Tomás San Feliu¹, Ariel Serrano¹,
Magdalena Arcilla²

¹ Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid
Campus de Montegancedo, Boadilla del Monte, 28660 Madrid, España
{jcalvo,gcuevas,tsanfe,aserrano}@fi.upm.es

² Universidad Nacional de Educación a Distancia
Edificio Interfacultativo, C/ Juan del Rosal 16, 28040 Madrid, España
marcilla@lsi.uned.es

Resumen. Invariablemente una de las primeras acciones en un proyecto de mejora es el poder determinar el estado actual del proceso. Por consiguiente, una organización que pretende mejorar su proceso de gestión de requisitos requiere utilizar un método de evaluación, que le permita identificar las fortalezas y debilidades de su proceso actual, con el fin de priorizar sus acciones de mejora. Este artículo presenta las lecciones aprendidas resultado de la aplicación de una metodología alternativa, mediante el uso de un cuestionario, para determinar el estado actual del proceso de gestión de requisitos que permite identificar, por un lado, las prácticas del proceso que se ejecutan rutinariamente y están bien documentadas y, por otro lado, las prácticas del proceso que requieren de una atención prioritaria.

Palabras Clave: Perfil científico, CMMI, gestión de requisitos, mejora del proceso software, SCAMPI.

1 Introducción

Los requisitos son los cimientos sobre los cuáles se construye un producto software y, sin embargo, la incapacidad de gestionar sus cambios es una de las principales causas por las que los productos software se entregan fuera de tiempo, exceden en coste y no cumplen con la calidad esperada por el cliente [1]. En el informe "*National Software Capacity: Near-Term Study*" conducido por el Instituto de Ingeniería del Software "*Software Engineering Institute (SEI)*" se encontró que dos de los principales factores que contribuyen a que los proyectos de desarrollo de software fallen son: una inadecuada especificación de los requisitos, y una inadecuada gestión de cambios en los requisitos [2]. Por otro lado, el informe "*CHAOS Report*" realizado por "*The Standish Group*" confirma que los problemas en la entrega y la calidad del software son producidos principalmente por tres causas: una falta de colaboración por parte del usuario, una incompleta especificación de requisitos y los constantes cambios en los requisitos [3].

Para tratar de solucionar algunos de los problemas relacionados con los requisitos surgió formalmente en los años noventa la disciplina de Ingeniería de Requisitos que se dividió en dos subdisciplinas: definición de requisitos y gestión de requisitos.

La gestión de requisitos se encarga de identificar, documentar, organizar y dar seguimiento a los requisitos del sistema y a los cambios que puedan tener a lo largo del ciclo de vida. El propio CMMI [4, 5] reconoce la gran importancia que tiene el gestionar adecuadamente los requisitos y le otorgó la categoría de área de proceso "*Requirements Management process area*" (REQM) colocándola en el nivel 2 de madurez en la representación por etapas [5]. Según el CMMI el objetivo de REQM es gestionar los requisitos del proyecto y sus componentes, e identificar las inconsistencias entre los requisitos, los productos y los planes del proyecto.

Si bien es cierto que el CMMI surgió como un modelo de referencia para mejorar el proceso software, la evaluación del estado actual del proceso es uno de los primeros pasos de cualquier esfuerzo de mejora. Con este fin el SEI definió SCAMPI [10] como método de evaluación para el CMMI. Sin embargo, una evaluación basada en SCAMPI involucra altos costes y recursos [12].

Este artículo propone un método simplificado de evaluación que permita determinar el estado actual del proceso de gestión de requisitos a un menor coste y utilizando menos recursos. Asimismo, presenta los resultados de dos evaluaciones del proceso de gestión de requisitos a dos casos de estudio. Como resultado de estas evaluaciones se establecieron unas lecciones aprendidas producto de la determinación del estado actual del proceso de gestión de requisitos.

2 Evaluación del Proceso de Gestión de Requisitos

2.1 Modelos de Mejora del Proceso Software

Desde hace algunos años han sido desarrollados varios modelos de mejora del proceso software con el objetivo de incrementar la calidad del proceso de desarrollo del software. Modelos como IDEAL [6] o ISO/IEC TR 15504-7 [7] han sido utilizados por diversas organizaciones para iniciar un proyecto de mejora.

El Instituto para la Mejora del Proceso Software "*Institute for Software Process Improvement*" (ISPI) desarrolló un modelo simplificado que toma las ventajas de los anteriores modelos y reduce las etapas para implementar un proyecto de mejora a sólo cuatro [8]. Con el uso del modelo ISPI, el tiempo medio para obtener resultados de mejora se reduce significativamente [9]. Los objetivos de las diferentes etapas del modelo ISPI son (Fig. 1):

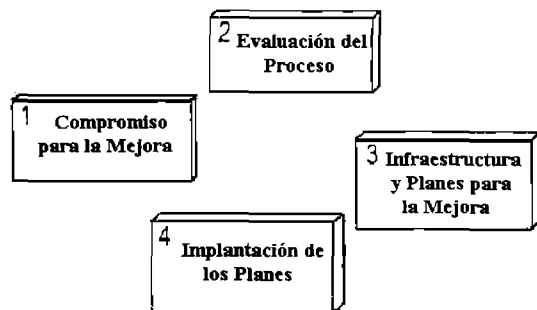


Fig. 1. Modelo Genérico de ISPI para la Mejora del Proceso Software

- Compromiso** Conseguir el compromiso de la alta dirección en cuanto a personal, dinero y otros recursos necesarios para que la organización se involucre en el proyecto de mejora del proceso.
- Evaluación** Determinar las fortalezas y las debilidades del proceso frente al CMMI, con objeto de priorizar los esfuerzos de mejora.
- Infraestructura** Definir la infraestructura necesaria para llevar a cabo las mejoras al proceso y crear planes de acción para implementar cada una de las mejoras a llevar a cabo.
- Implementación** Establecer y definir los nuevos procesos.

2.2 Método de Evaluación

A pesar de que el método SCAMPI cumple con todos los requerimientos de una evaluación “Clase A” definida por el SEI en el documento “*Appraisal Requirements for CMMI, (ARC)*” [11], algunos casos de estudio han demostrado que el uso de este método de evaluación involucra altos costes y consume mucho tiempo para poder obtener resultados [12, 13]. Por tanto, no es factible para muchas organizaciones emplear una evaluación “Clase A”, sobre todo en pequeñas organizaciones, por lo que para estos casos una evaluación “Clase B o C” es la más adecuada (Tabla 1).

Características	Clase A	Clase B	Clase C
Evidencia Objetiva	Alta	Media	Baja
Obtiene Valoración (Certificación)	SI	NO	NO
Utilización de Recursos	Altos	Medios	Bajos
Tamaño del Equipo de Evaluación	Grande	Medio	Reducido
Responsable de la Evaluación	Asesor Certificado	Asesor Formado y Experimentado	Asesor Formado
Duración	2-3 meses	2-3 semanas	2-3 días

Tabla 1. Características de las Clases de Evaluación del CMMI

Para poder determinar con mayor precisión y rapidez el nivel de cobertura que tiene el proceso de gestión de requisitos dentro de una determinada organización, se decidió utilizar el modelo de mejora ISPI y desarrollar un instrumento para la recogida y análisis de datos. Esta metodología se adapta a los requerimientos establecidos en la “Clase B” de ARC pero utiliza un equipo de evaluación reducido y además el tiempo para obtener resultados se reduce a 1-2 semanas. La metodología consiste en recoger la información del estado actual del proceso, mediante el uso de un cuestionario, para posteriormente analizar los datos obtenidos utilizando una escala para medir la cobertura del proceso.

El cuestionario está dividido en dos partes con el fin de determinar por un lado el estado actual del proceso y, por el otro, el nivel de institucionalización del proceso. La primera parte se desarrolló sobre la base de las cinco prácticas específicas del área de proceso de gestión de requisitos (REQM) del CMMI y consta de 23 preguntas. La segunda parte del cuestionario se desarrolló sobre la base de las diez prácticas genéricas del nivel 2 de madurez del CMMI y consta de diez preguntas. Para responder a cada pregunta se desarrolló una guía para determinar el nivel de cobertura de cada práctica sobre la base de cinco posibles respuestas: Casi Siempre, A Menudo, Algunas Vezes, Rara Vez, Nunca (Tabla 2).

	Porcentaje de cobertura (Pc)				
	Entre: Y: (Pc ≤ 100) (Pc > 75)	(Pc ≤ 75) (Pc > 50)	(Pc ≤ 50) (Pc > 25)	(Pc ≤ 25) (Pc > 0)	Pc = 0
Documentada	Casi Siempre	A Menudo	Algunas Vezes	Rara Vez	Nunca
No Documentada	A Menudo	Algunas Vezes	Algunas Vezes	Rara Vez	Nunca

Tabla 2. Guía para determinar el nivel de cobertura

Para analizar los datos del cuestionario se desarrolló una metodología que establece que para cada pregunta se calcula la media ponderada de las respuestas válidas. Este valor se compara frente a un umbral (establecido en el 75%). Si el valor de esta media es menor a este umbral significa que la práctica no está suficientemente implantada en la organización y se considerará como un aspecto a mejorar. Por otro lado si el valor de la media es mayor o igual al umbral establecido, significa que la práctica es un punto fuerte del proceso y que no será necesario realizar esfuerzo alguno para su mejora (Tabla 3).

	Desviación Típica ≤ 1	Desviación Típica > 1
media ≥ 75%	PUNTO FUERTE	INVESTIGAR
media < 75%	ASPECTO A MEJORAR	ASPECTO A MEJORAR

Tabla 3. Umbral para determinar el estado actual del proceso

Cabe señalar que para ser considerado como punto fuerte del proceso será necesario verificar que el valor de la desviación típica de las respuestas validas sea menor o igual a un umbral, que para este caso se estableció en 1, de no ser así significa que existen fuertes discrepancias en las respuestas dadas a la pregunta y, por lo tanto, se deberá explorar en mayor profundidad a través de entrevistas.

3 Casos de Estudio

La metodología propuesta se utilizó en la evaluación del proceso de gestión de requisitos de dos organizaciones con el fin de validarla. Tomando como modelo de mejora de proceso el genérico de ISPI (Fig. 1), el primer paso consistió en conseguir el patrocinio por parte de los gerentes de sistemas informáticos y de la alta dirección para iniciar la evaluación del proceso. El siguiente paso consistió en proporcionar entrenamiento al personal de la organización objeto de esta evaluación. Este conocimiento es esencial para que los encuestados entiendan la terminología y los conceptos básicos del CMMI, así como la forma correcta de rellenar el cuestionario.

3.1 Evaluación de las Prácticas Específicas

La primera parte de la evaluación se enfocó en determinar el estado actual de las actividades del proceso de gestión de requisitos tomando como referencia las cinco prácticas específicas de REQM. Estas actividades, también llamadas “buenas prácticas”, son las que el CMMI recomienda llevar a cabo para tener un proceso bien establecido. A continuación se presentan los resultados de las dos organizaciones evaluadas.

Organización 1. En la evaluación del primer caso de estudio (ORG1) se encontró que ninguna de las cinco prácticas específicas supera el 75% de cobertura y, por lo tanto, no están bien establecidas dentro de la organización. En otras palabras, quiere decir que todas las prácticas específicas del proceso de gestión de requisitos de este caso de estudio se consideran como puntos a mejorar. Sin embargo la estructura del cuestionario permite diferenciar los distintos grados de mejora para cada práctica en particular. Por ejemplo, en este caso tres de las cinco prácticas se ejecutan a menudo pero sólo ocasionalmente se documentan: *SP1.1 Obtener con los clientes un entendimiento común de los requisitos*; *SP1.2 Establecer acuerdos y compromisos con todos los involucrados*; y *SP1.3 Gestionar los cambios a los requisitos durante todo el ciclo de vida*. Para estas prácticas, el esfuerzo de mejora se deberá enfocar principalmente en documentar el proceso. Las dos restantes prácticas de este caso se realizan algunas veces y usualmente no se documentan, siendo: *SP1.4 Llevar a cabo un seguimiento detallado de cada requisito, desde su origen hacia su nivel más bajo y también en sentido contrario*; y *SP1.5 Identificar las inconsistencias que pudiesen existir entre el plan del proyecto y los requisitos del sistema* (Fig. 2).

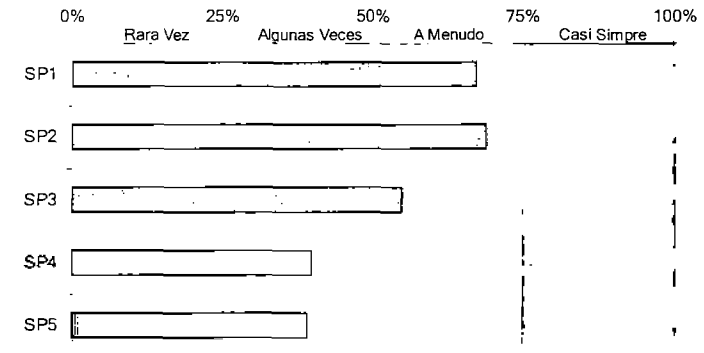


Fig. 2. Resultado de la Evaluación de las Prácticas Específicas en ORG1

Organización 2. En la evaluación del segundo caso de estudio (ORG2) también se encontró que ninguna de las cinco prácticas supera el 75% de cobertura y por el mismo motivo, todas se consideran como aspectos a mejorar (Fig. 3).

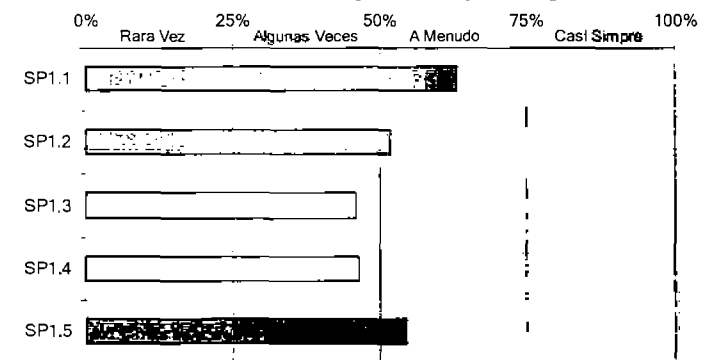


Fig. 3. Resultado de la Evaluación de las Prácticas Específicas en ORG2

En el análisis en detalle se determinó que las prácticas SP1.1, SP1.2 y SP1.5 se realizan a menudo en la organización pero ocasionalmente se documentan. Por otro lado, las prácticas SP1.3 y SP1.4 se realizan algunas veces y generalmente no se documentan. De forma similar al caso anterior, en tres prácticas sólo será necesario hacer esfuerzos por documentar el proceso, mientras que en las dos restantes se requiere de un mayor esfuerzo de mejora.

3.2 Evaluación de las Prácticas Genéricas

La segunda parte de la evaluación se enfocó en evaluar aquellas actividades relacionadas con la institucionalización del proceso, es decir las prácticas que el CMMI recomienda se deben llevar a cabo para que el proceso sea efectivo, repetible y

duradero. El CMMI denomina a estas actividades “Prácticas Genéricas” porque se repiten para todas las áreas de proceso.

Organización 1. En la evaluación de las Prácticas Genéricas a ORG1 se encontró que ninguna de las diez prácticas puede considerarse como bien establecida, ya que ninguna superó el 75% de cobertura, es más sólo en una práctica se encontró una cobertura entre el 50% y el 75%. Esto implica que en la organización no existe una cultura de institucionalización del proceso y que se requiere, sobre todo, grandes esfuerzos para mejorar la gestión del proceso (Fig. 4).

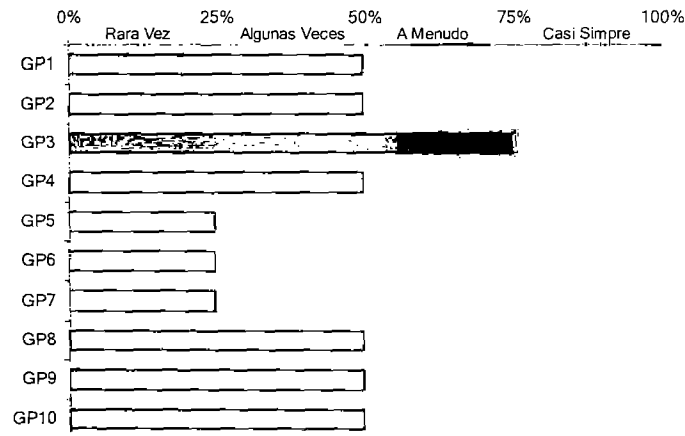


Fig. 4. Resultado de la Evaluación de las Prácticas Genéricas en ORG1

El análisis detallado de la evaluación encontró que una práctica “GP3 Proporcionar los recursos necesarios para ejecutar el proceso” se realiza a menudo en la organización, pero sólo algunas veces se documenta. Para este caso, sólo es necesario documentar la actividad.

Las prácticas que se realizan algunas veces y, por lo general, no se documentan son: GP1 Establecer una política organizacional; GP2 Establecer un plan para ejecutar el proceso; GP4 Delegar autoridad para ejecutar el proceso; GP8 Controlar el proceso utilizando métricas; GP9 Evaluar la adhesión del proceso contra su descripción, estándares y procedimientos; y GP10 Revisar el estado y los resultados del proceso con la Alta Dirección.

Las prácticas que se realizan rara vez, entre el 1 y el 25%, y casi nunca se documentan son: GP5 Proporcionar capacitación al personal que ejecuta el proceso; GP6 Establecer una Gestión de Configuración; y GP7 Involucrar en el proceso a todos los afectados relevantes.

Organización 2. De la evaluación a ORG2 nuevamente se encontró que ninguna de las prácticas genéricas supera el 75% de cobertura. El análisis en detalle encontró que ocho prácticas: GP1, GP2, GP3, GP5, GP6, GP7, GP9, y GP10 se realizan algunas veces y, por lo general, no se documentan. Por otro lado, las prácticas: GP4 y GP8 se realizan rara vez y casi nunca se documentan (Fig. 5).

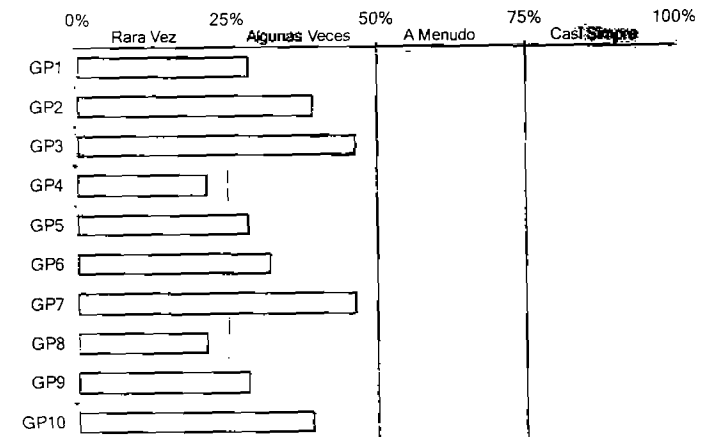


Fig. 5. Resultado de la Evaluación de las Prácticas Genéricas en ORG2

De los anteriores resultados se puede concluir que independientemente de la organización a la que se aplique, es posible establecer un orden de prioridad de las prácticas para la mejora de acuerdo a las necesidades propias de cada organización. Y que si los resultados de las prácticas específicas están por debajo del nivel requerido para ser consideradas como bien establecidas (75% de cobertura) es previsible que el grado de cobertura de las prácticas genéricas sea aún menor, tal y como se encontró en ambos casos de estudio.

4 Lecciones Aprendidas

Las lecciones aprendidas resultado de la aplicación de la metodología de evaluación propuesta en este artículo en la etapa de “Compromiso” del modelo genérico de ISPI para la Mejora del Proceso Software son:

- Existe una resistencia inicial a la mejora por parte de casi todo el personal afectado, la cual se debe minimizar seleccionando al personal que esté interesado y comprometido con la mejora del proceso.
- Es imprescindible que se designe a una persona de la organización como responsable de todo el proyecto de mejora.
- La alta dirección de la organización debe dar muestras explícitas de su compromiso asistiendo a las reuniones más importantes e informar a todo el personal involucrado, utilizando los canales oficiales de comunicación, que la evaluación es el primer paso y forma parte del proyecto de mejora del proceso.

Así mismo las lecciones aprendidas en la etapa de “Evaluación” son:

- La evaluación ha de ser altamente participativa, por lo que es necesario preparar suficientemente a los miembros de la organización que serán objeto de la evaluación.

- El personal que responda al cuestionario debe tener conocimiento suficiente sobre la organización y sobre el proceso objeto de la evaluación.
- El establecimiento de una tipología más amplia de tipos de respuestas permite tener un conocimiento más exacto del estado actual del proceso.
- Para que las respuestas sean fidedignas, más exactas y no sean objeto de confusión, es preferible realizar las cuestiones de cada pregunta al terminar el entrenamiento.
- Las respuestas deben corresponder con la forma de trabajar de la organización en general y no a proyectos específicos.
- La aplicación del cuestionario a todo el personal involucrado con el proceso permite minimizar el número de entrevistas posteriores. Pero en el caso de requerirse, deberán prepararse en detalle conteniendo todas las cuestiones ambiguas surgidas de las respuestas al cuestionario.
- Como parte de la evaluación, es necesario entregar una guía del plan acción, definiendo prioridades y resultados a corto plazo que animen a la organización a continuar con la mejora del proceso.

La adopción de un modelo de “buenas prácticas” como el CMMI guía la mejora de los actuales procesos o, en su caso, la adopción de nuevos procesos con la finalidad de producir software con calidad. Sin embargo, un porcentaje elevado de implantaciones de mejora no culminan con éxito debido principalmente a una inadecuada gestión del cambio. Por consiguiente, el compromiso de la Alta Dirección de una organización debe ser firme en todas las decisiones que se requieran tomar para culminar con éxito el proyecto de mejora.

5 Conclusiones y Futuros Trabajos

Los dos modelos más conocidos y utilizados, enfocados a la mejora del proceso software, que han sido hasta hace poco tiempo los más conocidos y utilizados son sin lugar a dudas CMM [14] y SPICE [15] ambos tienen como objetivo principal incrementar la calidad del software. No fue sino hasta hace pocos años, en 2001, que el CMMI tomó las ventajas de ambos modelos con la finalidad de unificar los esfuerzos de mejora. Sin embargo, tanto CMM, SPICE y, ahora, CMMI presentan algunas dificultades para su implementación, sobre todo en organizaciones con escasos recursos. La metodología de evaluación SCAMPI es un claro ejemplo de esta limitación, ya que en esta se establece la necesidad de invertir altos recursos y tiempo para realizar una evaluación.

Este trabajo de investigación propone una metodología alternativa para ayudar en la evaluación del proceso de gestión de requisitos, utilizando un cuestionario y un método de evaluación simple que permite obtener resultados de forma rápida. Los resultados derivados de su aplicación a dos casos de estudio no sólo demuestran la eficacia del instrumento, sino que también se recogen las lecciones aprendidas que constituye un conjunto de requisitos a tener en cuenta para mitigar los riesgos y evitar el fracaso de los primeros pasos de un proyecto de mejora del proceso.

Como trabajos futuros se establecen dos líneas de investigación, la primera, es continuar desarrollando las siguientes fases del modelo de mejora de ISPI y, por otro,

iniciar el desarrollo de nuevos mecanismos que permitan evaluar todas las áreas de proceso del nivel 2 y 3 de madurez del CMMI.

Referencias

- [1] Sommerville, I. and Sawyer, P., *Requirements Engineering: A good practice guide*, England: John Wiley & Sons (1997).
- [2] Siegel, J., Stewman, S., Kondra, S., Larkey, P., and Wagner, W., "National Software Capacity: Near-Term Study," Software Engineering Institute (1990).
- [3] The Standish Group International, "The CHAOS report" (1994).
- [4] Product Development Team, "Capability Maturity Model Integration, Version 1.1, Continuous Representation," Software Engineering Institute, (2002).
- [5] Product Development Team, "Capability Maturity Model Integration, Version 1.1, Staged Representation", Software Engineering Institute (2002).
- [6] McFeeley, R., "IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement," in R. McFeeley, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University (1996).
- [7] ISO/IEC TR 15504-7 "Information technology -- Software process assessment -- Part 7: Guide for use in process improvement", International Organization for Standardization (1998).
- [8] Calvo-Manzano, J. A., Cervera, J., and San Feliu, T., "Software process improvement: MESOPYME model", *Journal of Computing and Information Technology*, vol. 43, (1997) 159 - 165.
- [9] Calvo-Manzano, J. A., Cuevas, G., San Feliu, T., Amescua, A. D., García, L., and Pérez, M., "Experiences in the Application of Software Process Improvement in SMES", *Software Quality Journal*, vol. 10 (2002) 261 - 273.
- [10] Members of the Assessment Method Integrated Team, "Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI), Version 1.1", Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University (2001).
- [11] Product Team, "Appraisal Requirements for CMMI, Version 1.1" Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University (2001).
- [12] Walden, D., "A Business Case for CMMI-Based Process Improvement", NDIA/SEI CMMI Presentation, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University (2002).
- [13] Goldenson, D. R., Gibson, D. L., "Demonstrating the Impact and Benefits of CMMI An Update and Preliminary Results", Software Engineering Institute (2003).
- [14] Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., and Weber, C. V., "Capability Maturity Model[®] for Software, Version 1.1", Software Engineering Institute (1993).
- [15] SPICE "Software Process Improvement and Capability dEtermination", v1.0,(1993)